



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09262651 A**(43) Date of publication of application: **07.10.97**

(51) Int. Cl. **B22D 11/10**  
**B22D 11/10**  
**B22D 11/04**  
**B22D 27/02**

(21) Application number: **08097331**(22) Date of filing: **28.03.98**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**

(72) Inventor: **MIYAZAWA KENICHI**  
**HARADA HIROSHI**  
**MOROHOSHI TAKASHI**

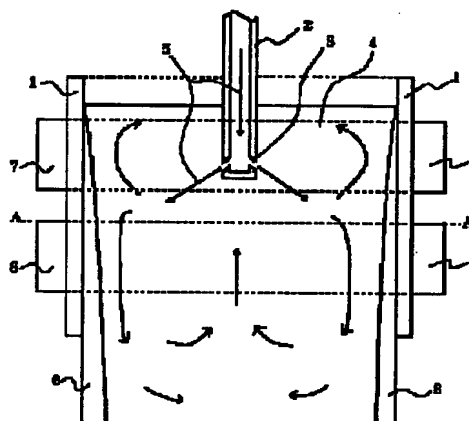
(54) **METHOD FOR REDUCING NON-METALLIC  
 INCLUSION IN CONTINUOUS CASTING**

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the inclusion on the surface and in the inner part of a cast slab even in the case of being quick casting speed by casting plural kinds of steels having different harmfulness of the inclusion, in a continuous casting.

**SOLUTION:** Electromagnets 7 for electromagnetic stirring are arranged on a mold part 1 at the upper part from the lower end part of an immersion nozzle 2, and electromagnetic devices 8 for impressing shifting magnetic field and static magnetic field to molten steel are arranged on the mold part at the lower part from the lower end of the immersion nozzle. The non-metallic inclusion in the cast slab is reduced by electromagnetic-stirring the molten steel at both of the upper part and the lower part in the mold or by electromagnetic-stirring to the upper part and impressing the static magnetic field to the lower part according to the kind of steel and the casting speed.

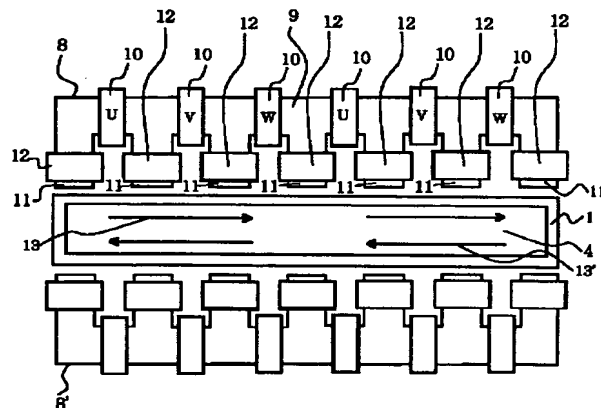


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)10月7日

(51)Int.Cl. <sup>o</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/10	3 5 0		B 2 2 D 11/10	3 5 0 A
				3 5 0 Z
				L
11/04	3 1 1		11/04	3 1 1 J
27/02			27/02	U
審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)				

(21)出願番号	特願平8-97331	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22)出願日	平成8年(1996)3月28日	(72)発明者	宮沢 憲一 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技 術開発本部内
		(72)発明者	原田 寛 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技 術開発本部内
		(72)発明者	諸星 隆 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技 術開発本部内
		(74)代理人	弁理士 田中 久喬



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼の連続 casting において、溶鋼を浸漬ノズルを経て鋳型内へ注湯して鋳片を製造する際、浸漬ノズルの下端よりも上部の鋳型部に電磁攪拌用の電磁石を設置し、かつ該浸漬ノズルの下端より下方の鋳型部に移動磁界および静磁場を溶鋼に印加する電磁石装置を設置して、鋼種や casting 速度に応じて、鋳型内の上部と下部の両方の溶鋼を電磁攪拌したり、または、上部を電磁攪拌し下部では静磁場を印加して鋳片の非金属介在物を低減することを特徴とする連続 casting 方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶鋼の連続 casting 方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鋼の連続 casting では、一つの連铸機で種々の鋼種を casting する。薄板用の鋼種の中には、薄板製品の外観や品質を向上させる目的から、鋳片の表面近くに存在する比較的大きな非金属介在物や気泡を極力低減させたい鋼種や、一方、薄板製品の加工性をあげるために鋳片内部の介在物を極力低減したい鋼種があり、これらの鋼種を一台の同じ連铸機で casting しているのが現状である。

【0003】従来、鋳片表面近傍の介在物を鋳型内で低減する方法として、鋳型内の凝固シェルの先端に溶鋼流動を付与して、その洗浄効果により凝固シェルへの介在物の捕捉を抑制するため、鋳型部の上部に設置した電磁石によって溶鋼に移動磁界を印加し、凝固シェル先端に沿った水平方向の攪拌流動を誘起させる方法が知られており、特願平4-134898公報や特願平4-159802公報では鋳型内の溶鋼に移動磁界を印加して攪拌する方法を開示している。スリバー疵等の薄板製品の表面疵を防止するためには、鋳片厚さや薄板製品の厚さによって異なるが、鋳片表面から約25mm程度までの厚さ領域における比較的大きな介在物や気泡を低減しなければならない。このため、 casting 速度が遅い場合、鋳型上部に設置した電磁石で鋳片表面の介在物を低減することが可能であるが、 casting 速度が早くなると、鋳型上部の電磁石による攪拌効果が発揮できる鋳片表面層厚さが薄くなるため、完全に薄板表面疵を防止することができない。

【0004】一方、鋳片内部の非金属介在物の低減については、鋳型内の溶鋼に静磁場を印加し、浸漬ノズルの吐出孔よりも下方へ流れる下向き流の浸透深さを低減することにより、溶鋼内の介在物が鋳片内部へ捕捉されることを抑制することができ、溶鋼に静磁場を印加して溶鋼流動を制動する方法は特願昭62-241439号公報や特願平4-127938号公報で開示されている。

【0005】しかし、一台の同じ連铸機で、鋼種や casting 速度に応じて、鋳片表面の介在物や気泡を問題ないレベルまで低減したり、鋳片内部の介在物を問題ないレベル

まで低減できるような casting 方法が無いのが実状である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】一台の連続 casting 機において、介在物の有害性が異なる複数の鋼種を casting し、 casting 速度が速くても、鋳片表面の介在物の量を低減したり、鋳片内部の介在物の量を低減する効率的な連続 casting を安定に行うことが課題である。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決するために種々検討した結果、鋳型上部に移動磁界を溶鋼に印加する電磁石装置を設置し、一方、鋳型の下部には、一つの電磁石装置によって移動磁場を印加して溶鋼を攪拌させたり、静磁場を印加して溶鋼を制動できる電磁石装置を設置することにより、鋳片表面の介在物を低減でき、かつ、鋳片内部の介在物も低減できることを見出した。

【0008】本発明の要旨は、鋼の連続 casting において、溶鋼を浸漬ノズルを経て鋳型内へ注湯して鋳片を製造する際、浸漬ノズルの下端よりも上部の鋳型部に電磁攪拌用の電磁石を設置し、かつ該浸漬ノズルの下端より下方の鋳型部に移動磁界および静磁場を溶鋼に印加する電磁石装置を設置して、鋼種や casting 速度に応じて、鋳型内の上部と下部の両方の溶鋼を電磁攪拌したり、または、上部を電磁攪拌し下部では静磁場を印加して鋳片の非金属介在物を低減することを特徴とする連続 casting 方法である。

## 【0009】

【発明の実施の形態】図1は、連続 casting において、浸漬ノズル2の吐出孔3を経て溶鋼4を鋳型1の中へ注湯する際、鋳型部の上部に移動磁界を溶鋼に印可するための電磁石装置7を設置し、鋳型部の下部に移動磁界と静磁場を溶鋼に印可するための電磁石装置8を設置した時の縦断面図を示す。浸漬ノズルの吐出孔は、通常、水平方向よりも下向きになっており、電磁石装置を作動させない場合、鋳型内へ注湯された溶鋼のノズル吐出流は、鋳片の短片側の凝固シェル6に衝突して、ノズルの吐出孔よりも下方へ流れる下向き流と、吐出孔よりも上へ流れる上向き流に分かれる。溶鋼は鋳型への抜熱により凝固し、凝固シェルは連続的に下方へ引き抜かれる。下向き流の速度が余りにも大きいと、吐出流の浸透深さが深くなるため、非金属介在物の浮上除去にとって不利となり、鋳片の内部に介在物が多く残り、鋼製品の品質に悪影響を及ぼす。

【0010】炭素濃度が約30-40ppm以下の極低碳素鋼の場合、鋳片表面の比較的大きな介在物や気泡が薄板製品の表面疵の起因となる場合があるため、鋳片表面の介在物や気泡を極力低減しなければならない。そのため、図1に示す鋳型上部の電磁石7を使って溶鋼に移動磁場を印可すると、凝固シェルに沿った水平方向の溶鋼の流動が誘起され、凝固シェル付近で介在物や気泡が

洗い流され、凝固シェルへの比較的大きな介在物や気泡の捕捉が低減する。鋳型上部での電磁攪拌は、余りにも強すぎると、溶鋼のメニスカス状の鋳造用フラックスが溶鋼に巻き込まれることになり、鋳片内の非金属介在物が増加する原因となるため、移動磁界印可の際の電磁攪拌による溶鋼流速は、フラックス巻き込みの弊害が生じない約 $0.4\sim 0.6\text{ m/s}$ 以下の流速に抑える必要がある。鋳造速度が速くなると、鋳型部で形成される凝固シェルの厚さは薄くなり、鋳型上部の電磁石装置7による介在物や気泡の低減効果が享受できる鋳片表面厚さが薄くなる。そのため、鋳片表面の介在物や気泡の除去が重要な極低炭素鋼では、速い鋳造速度の場合、上部の電磁石7に加え、下部の電磁石装置8も同時に使って溶鋼に移動磁界を印可し、凝固シェルに沿って溶鋼流動を付与すると、鋳片表面の約 $30\text{ mm}$ 厚さまでの介在物や気泡が低減でき、薄板表面疵の防止が可能となる。なお、鋳片内部の介在物が薄板製品に悪影響を及ぼすことは比較的少ない。

【0011】一方、ブリキ製品に使われる低炭アルミキルド鋼などのように、鋳片表面の大型介在物のみならず、鋳片内部の非金属介在物の低減を厳格に行わねばならない鋼種を鋳造する場合、鋳型上部の電磁石装置を使って鋳片表面の介在物や気泡を低減し、同時に鋳型下部の電磁石装置8を使って、溶鋼に静磁場を印加すると、静磁場中を流動する溶鋼に、溶鋼の流動の方向と逆方向へ電磁気力が作用し、溶鋼の流速が低下する。このため、吐出流の浸透深さが大幅に低減し、非金属介在物が溶鋼プールの深い位置まで侵入せず、メニスカスへの浮上除去が促進される。

【0012】図2は、図1のA-Aの位置の水平断面の模式図であり、鋳型の下部において鋳型1を挟んで一定の間隔を保って対向配置された一対の電磁石8および8'を示す。電磁石8と8'の構成や機能は同じである。電磁石8は、鉄芯9、鉄芯から枝別れした磁極11、鉄芯に巻かれた複数のコイル10、枝別れした磁極の鉄部分に巻かれたコイル12から構成される。次に説明するように、コイル10や12に流す電流を変えることにより、鋳型内の溶鋼に移動磁界や静磁場を印加することができる。

【0013】移動磁界の印加方法については、図2において、コイル10の隣接した3個のコイルu、v、wに、交流電流の位相を $120^\circ$ ずつずらした3相の交流電流を流すと、コイルu、v、wに流す電流の経時変化に応じて、各磁極11の先端から鋳型内の溶鋼に印加される磁界は時間的に変化し、磁極に近い溶鋼に移動磁界が作用することになり、この移動磁界の作用により溶鋼の流れ13が生じる。同様な方法で鋳型の対面側でも溶鋼の流れ13'を生起させることができ、鋳型内の溶鋼が攪拌されることになる。同様に、図2に示した構造の電磁石を鋳型上部に設置し、鋳型上部の溶鋼に移動磁界

を印可して溶鋼攪拌を行うことができる。

【0014】溶鋼に静磁場を印加する場合、2図に示した電磁石装置の場合には、コイル12へ直流電流を流す方法があり、コイル12に流す直流電流の向きを任意に変えることにより、図3に示すように、磁極の極性がN極とS極の交互の配置にすることができる。磁界は、N極からS極へ向かうため、鋳型の対面側の磁極の極性をN極とS極の交互の配置とすると、鋳型内の溶鋼にN極からS極へ向かう静磁場が印加でき、この静磁場の中を溶鋼が流動すると、流動の方向と反対側に電磁気力が作用し、溶鋼の流動が抑制される。

【0015】

【実施例】スラブの連続鋳造において、図1に示すように鋳型の上部和下部に電磁石を設置し、鋳片内の非金属介在物に及ぼす鋳型上下部での移動磁界印加の場合の効果、および鋳型上部は移動磁界印可で下部は静磁場印加の場合の効果調べる実験を行った。通常の銅鋳型を使った連続鋳造機で、モールドフラックスを用いた鋳造実験において、スラブ鋳片のサイズは厚さ $170\text{ mm}$ 、幅 $800\text{ mm}$ で、鋳型の長さは $800\text{ mm}$ 、ノズル吐出孔の位置はメニスカスから $250\text{ mm}$ 下である。鋳型上部の電磁石に関し、鋳造方向における電磁石の中心位置はメニスカスから $100\text{ mm}$ で、移動磁界印可のために電磁石に約 $500\text{ A}$ の3相交流電流を流した。一方、鋳型下部の電磁石については、磁石の中心位置がメニスカスから $400\text{ mm}$ 下になるように設置し、移動磁界を印可する場合にはコイルに約 $500\text{ A}$ の電流を流し、静磁場を印可する場合には、図2のコイル12に直流電流を流すことにより、磁場強度が約 $0.3\text{ T}$ の磁場を発生させた。

【0016】炭素濃度が約 $30\text{ ppm}$ の極低炭素鋼を使い、異なった鋳造速度において鋳片表面の非金属介在物の量に及ぼす鋳型の上部和下部における移動磁界印可による溶鋼攪拌の効果調べる鋳造実験を行った。鋳造実験後、鋳片長辺側の表面から $5\text{ mm}$ 間隔で鋳片表面に平行な面を顕微鏡観察し、鋳片表面における $10\text{ }\mu\text{ m}$ 以上の介在物の個数(個/ $\text{cm}^2$ )を調査した。その結果、鋳造速度が $1\text{ m/min}$ の場合には、介在物個数が約 $1.0\text{ 個}/\text{cm}^2$ 以下と少なくなる鋳片表面の厚さは、上部の電磁石のみを作動させた場合には約 $25\text{ mm}$ 厚さであり、上部と下部の電磁石を作動させた場合には、約 $30\text{ mm}$ 厚さとなり、上下両方の電磁石を使った方が、介在物の量を少なくしなければならない鋳片表面領域が厚くなることが分かった。なお、電磁石の効果が及ばない鋳片内部での介在物量は、約 $1.5$ から $2.0\text{ 個}/\text{cm}^2$ 程度であった。また、鋳造速度が $1.6\text{ m/min}$ と速い場合、介在物個数が約 $1.0\text{ 個}/\text{cm}^2$ 以下と少なくなる鋳片表面の厚さは、上部の電磁石のみを作動させた場合には約 $15\text{ mm}$ 厚さであり、上部と下部の電磁石を作動させた場合には、約 $25\text{ mm}$ 厚さとなり、鋳造

速度が速くなっても上下両方の電磁石を使うことにより、介在物の量を少なくしなければならない鋳片表層領域の厚くを確保できることが分かった。

【0017】次に、炭素濃度が0.01%のアルミキルド鋼を使って、鋳型の上部で移動磁界印可による溶鋼攪拌を実施し、一方、鋳型の下部では静磁場を印加して鋳造実験を行い、鋳片内の介在物の量を調査した。鋳造速度は1.6m/minとし、電磁石の使用の有無による介在物量の違いを検討した。その結果、鋳片表面から20mmまでの鋳片表層の介在物量は、上下部の電磁石を作動させない場合には約1.5個/cm<sup>2</sup>と多いの比較し、電磁石を作動させると0.85個/cm<sup>2</sup>と少なくなり、特に上部の電磁攪拌の効果によると思われる鋳片表層の介在物の量の低減が確認できた。鋳片内部の介在物量については、鋳片の上面側の1/4厚さの位置における介在物量が、上下部の電磁石の作動がない場合には2.1個/cm<sup>2</sup>であるのに対し、上下部の電磁石を作動させると1.3個/cm<sup>2</sup>にまで低減し、下部の電磁石による静磁場の印可により、溶鋼の吐出流が静磁場の印可により深くまで侵入せず、鋳片内部への介在物の捕捉が少なくなり、鋳型内における介在物の浮上除去が促進されたことが判明した。

【0018】以上のように、鋼種や鋳造速度に応じて、鋳型上部の電磁石により溶鋼を攪拌し、かつ鋳型下部の電磁石を使って溶鋼に移動磁界や静磁場を印加することにより、鋳片表層の介在物や鋳片内部の介在物を低減することが可能であることが分かった。

#### 【0019】

【発明の効果】本発明を実施すれば、一台の連続鋳造機において、鋳造速度が速くても、鋳片表層の介在物を低減したり、また鋳片内部の介在物を低減して、効率的な連続鋳造を安定に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】浸漬ノズル、鋳型、電磁石装置の関係を示す縦断面図である。

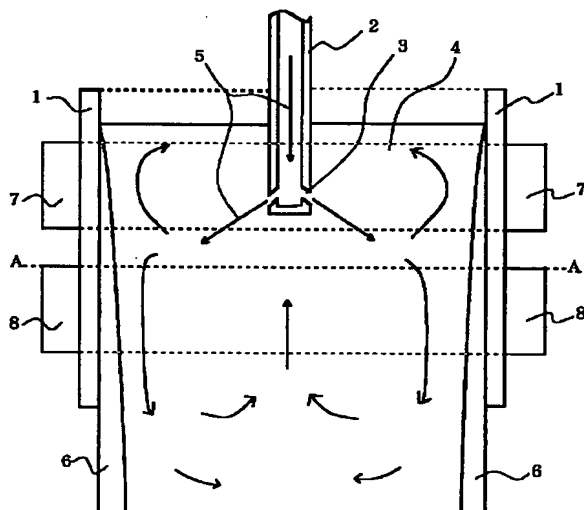
【図2】図1のA-Aの位置の平面図であり、鋳型を挟んで設置した電磁石装置の模式図である。

【図3】電磁石の磁極の極性が鋳型の両側で交互に対称な場合の模式図である。

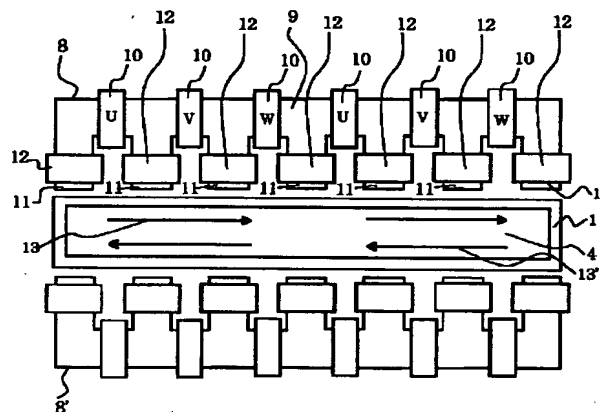
#### 【符号の説明】

- 1 鋳型
- 2 浸漬ノズル
- 3 吐出孔
- 4 溶鋼
- 5 溶鋼の流れる方向
- 6 凝固シェル
- 7 電磁攪拌用電磁石
- 8、8' 移動磁界印可および静磁場印可の兼用電磁石
- 9 鉄芯
- 10 コイル
- 11 磁極
- 12 コイル
- 13、13' 溶鋼の攪拌方向

【図1】



【図2】



【図3】

